COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1843.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Boussingault commence la Lecture d'un Mémoire intitulé : *Examen de diverses théories proposées pour expliquer l'action du plâtre sur la végétation. Expériences, faites à Bechelbronn en* 1842 *et* 1843, *pour constater l'effet du plâtrage dans la culture des céréales et des plantes sarclées. Considérations sur les engrais ammoniacaux.*

HYDRAULIQUE. — *Action de l'eau de mer sur les bétons ;* Note de M. Vicat.

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, il y a quelques mois, une petite Note annonçant une action chimique de l'eau de mer sur les composés de chaux et de pouzzolanes, connus en technique sous le nom de *bétons*. Depuis j'ai eu le temps d'étudier avec soin et persévérance les conséquences de cette action ; et elles m'ont paru assez graves, dans certains cas, pour appeler l'attention et la sollicitude des ingénieurs. Jusqu'alors personne n'avait mis en doute que les pouzzolanes qui conviennent à l'eau douce ne dussent aussi convenir à l'eau salée ; et, partant de là, un honorable inspecteur général dont le corps des ponts et chaussées déplore la perte récente, M. Raffeneau de Lille, avait proposé de grandes économies sur les travaux

du port d'Alger, en substituant à la pouzzolane d'Italie une pouzzolane artificielle, produite par une cuisson modérée d'une argile marneuse employée en Afrique comme terre à briques. Or, il résulte des expériences faites contradictoirement à Toulon et à Grenoble, que, si l'on eût donné suite à cette proposition très-naturelle, très-rationnelle, selon les idées reçues, la digue d'Alger, si importante par l'objet qu'elle doit remplir, aurait pu disparaître en peu d'années sans laisser de traces.

» C'est donc par un à-propos des plus heureux que j'ai été mis, il y a plus d'un an, sur la voie de ces réactions salines qui transforment en sulfates et hydrochlorates de chaux toute la chaux encore libre ou faiblement combinée dans certaines classes de bétons. Le danger est maintenant connu; il s'agira d'y parer, et l'on y parviendra, je l'espère, sans renoncer à l'économie que promettent les pouzzolanes artificielles. Il faudra seulement, selon la nature de l'argile, se conformer à certaines exigences de cuisson et d'emploi dont l'énoncé ne peut trouver place ici.

» Lorsque j'ai eu connaissance de ces phénomènes chimiques, je me suis empressé d'en informer quelques ingénieurs attachés aux travaux de nos ports, et j'ai dû être bien surpris d'apprendre, en réponse, que sur la Manche, par exemple, et notamment à Cherbourg, où l'on fait une assez grande consommation de pouzzolanes artificielles, jamais rien de pareil n'a été remarqué ni soupçonné. Cela m'a conduit à comparer les eaux de l'Océan à celles de la Méditerranée, en m'éclairant des analyses réputées les plus exactes, et j'ai vu que sur 1000 parties, ces dernières eaux contiennent 7,02 de sulfate de magnésie, pendant que les eaux de l'Océan, prises sur la Manche, n'en contiennent que 2,29. La quantité d'hydrochlorate de magnésie y est aussi beaucoup moindre. Je n'ai donc pu attribuer qu'à cette différence la différente manière d'agir des deux eaux, et la synthèse est venue me confirmer dans cette opinion, c'est-à-dire que des eaux artificielles, composées dans les rapports indiqués par les analyses, ont agi conformément aux expériences de Cherbourg et de Toulon : de là cette conséquence tout imprévue, savoir, que de deux digues composées des mêmes bétons et jetées simultanément l'une sur les côtes de l'Océan, l'autre sur celles de la Méditerranée, la première pourrait subsister indéfiniment et la dernière disparaître en quelques années.

» Les divers mélanges de chaux et de pouzzolanes, de chaux hydrauliques et de sables, sur lesquels j'ai pu étudier l'action de l'eau de mer, ont donné lieu à des faits remarquables. La lutte qui s'établit entre la tendance des pouzzolanes à se combiner avec la chaux et la tendance des dissolutions

salines à s'emparer de cette chaux, produit des résultats variés : dans certains cas, la masse attaquée se résout en bouillie; dans d'autres, elle se divise en petits éclats individuellement très-cohérents; dans d'autres, elle s'exfolie à la manière des schistes gélisses; très-souvent elle conserve son volume et sa forme, tout en s'imprégnant de magnésie et de sulfate de chaux.

» A l'aide de légers artifices, on provoque facilement, dans une masse de béton immergée, la formation de veines ou de petits amas de gypse cristallisé et adhérent aux parois; on peut aussi déterminer la formation de petites dolomies, en plaçant dans une simple dissolution d'hydrochlorate de magnésie des massettes de chaux en pâte provenant d'une chaux incomplétement cuite ou d'une chaux partiellement éteinte à l'air. Les parties carbonatées restent telles quelles; les parties simplement hydratées passent à l'état d'hydrochlorate soluble, et la magnésie est introduite et disséminée dans le tissu, où elle arrive bientôt à l'état carbonaté, pour peu qu'il s'introduise d'acide carbonique libre dans le bain d'immersion.

» Il m'a semblé que ces faits, quoique observés sur une petite échelle, pourraient jeter quelque lumière sur la formation de certaines substances minéralogiques, formation difficile à concevoir dans le système plutonien, et qui paraît toute simple quand on admet l'infiltration des dissolutions salines au sein de masses à l'état pâteux ou même solides, mais susceptibles d'imbibition, et là des échanges et des substitutions analogues à ce que je viens d'exposer touchant les bétons plongés encore frais dans l'eau de la Méditerranée. »

M. d'Omalius d'Halloy, correspondant de l'Académie, lui fait hommage d'un ouvrage intitulé : *Traité élémentaire de Géologie* (voyez le *Bulletin bibliographique*).

Dans la Lettre dont il accompagne son envoi, M. d'Omalius donne une idée de la manière dont il a envisagé la Géologie.

« Comprenant dans le cercle de ses recherches l'ensemble des connaissances qui se rapportent à la planète que nous habitons, il a décrit successivement la configuration de la surface de la Terre, la nature des matériaux qui la composent, l'arrangement de ces matériaux, les phénomènes qui se passent dans son enveloppe gazeuse, et ceux qui agissent ou ont agi depuis les temps les plus reculés sur les matériaux liquides et solides. Ces considérations lui donnent cinq divisions spéciales auxquelles il applique les noms de *Géographie*, de *Minéralogie*, de *Géognosie*, de *Météorologie*, et de *Géogénie*. »

M. Martius, correspondant de l'Académie, lui fait hommage d'un ouvrage écrit en latin, et qui a pour objet l'*exposition de la matière médicale végétale du Brésil* (voyez au *Bulletin bibliographique*).

RAPPORTS.

GÉOMÉTRIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Léon Lalanne, *qui a pour objet la substitution de plans topographiques à des tables numériques à double entrée.*

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Lamé, Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Élie de Beaumont, Lamé et moi, de lui rendre compte d'un Mémoire de M. Léon Lalanne, *Sur la substitution de plans topographiques à des tables numériques à double entrée, sur un nouveau mode de transformation des coordonnées, et sur ses applications à ce système de tables topographiques.* L'utilité que peut offrir, dans un grand nombre de questions diverses, l'application des principes exposés dans ce Mémoire, est un motif pour que l'Académie nous permette d'entrer, à ce sujet, dans quelques détails.

» Les travaux de Viète, de Fermat, de Descartes ont ouvert un vaste champ aux géomètres, en montrant la liaison intime qui existe entre l'algèbre et la géométrie. Cette liaison est devenue de plus en plus manifeste; et, en développant les idées fondamentales émises par les illustres auteurs que nous venons de rappeler, les géomètres ont reconnu non-seulement que les lignes et les surfaces peuvent être représentées par des équations en coordonnées rectangulaires, ou en coordonnées polaires, ou même en coordonnées quelconques, mais aussi que les équations peuvent être réciproquement représentées par des lignes ou par des surfaces. On sait le parti que Viète lui-même avait tiré des constructions géométriques pour représenter et déterminer les racines des équations. On sait encore que, dans la mécanique, les géomètres ont employé des longueurs pour représenter des quantités d'une tout autre nature, telles que des forces, des vitesses ou des moments d'inertie; et que souvent des constructions géométriques leur ont offert le moyen le plus simple de parvenir à l'établissement des lois suivant lesquelles varient ces diverses quantités. Ainsi, par exemple, on avait reconnu que la résultante de deux ou trois forces peut être exprimée par la diagonale d'un parallélogramme ou d'un parallélipipède construit sur deux ou trois droites

propres à représenter en grandeur et en direction les forces données; que le moment d'inertie d'un corps, relatif à un axe passant par un point donné, est réciproquement proportionnel au carré du rayon vecteur d'un certain ellipsoïde, etc. En résumé, l'on peut dire que les géomètres ont, dans un grand nombre de circonstances, appliqué, d'une part, l'algèbre à la géométrie, d'autre part, la géométrie à l'algèbre, et par suite aux diverses branches des sciences mathématiques.

» Il a été facile, en particulier, d'appliquer la géométrie à la détermination des valeurs numériques des fonctions d'une seule variable. En effet, pour y parvenir, il a suffi de prendre la variable pour abscisse, puis de tracer une courbe dont la fonction fût l'ordonnée, et de mesurer cette ordonnée en chaque point, soit à l'aide du compas, soit à l'aide de divisions indiquées sur le papier par des droites équidistantes et parallèles à l'axe des abscisses.

» Pour appliquer la géométrie à la détermination numérique d'une fonction de deux variables, on devait, en suivant l'analogie, considérer une semblable fonction comme l'ordonnée d'une surface courbe. Mais, avant de tirer parti de cette idée, il fallait indiquer un moyen de représenter aux yeux, sur un plan, l'ordonnée d'une surface courbe tracée dans l'espace. On peut y parvenir en projetant sur le plan donné des courbes tracées sur la surface, dans des plans parallèles équidistants. C'est ce que fit en 1780 M. Ducarla, par rapport aux plans topographiques sur lesquels il imagina de projeter des courbes de niveau équidistantes et cotées. Au reste, avant et depuis cette époque, des moyens analogues ont été appliqués à la représentation de divers phénomènes de physique ou de mécanique, ou à la recherche de leurs lois, ainsi que le prouvent les courbes d'égales déclinaisons de l'aiguille aimantée tracées par Halley, les courbes isothermes représentées par M. de Humboldt, enfin les méridiens magnétiques, auxquels Euler avait songé, et qui ont été tracés par M. Duperrey sur les cartes du globe. MM. Piobert, d'Obenheim, Bellencontre et autres ont aussi, à diverses époques, appliqué le moyen ci-dessus rappelé à la solution de divers problèmes. M. Léon Lalanne a donné encore une plus grande extension aux applications dont il s'agit.

» Toutefois, de graves difficultés d'exécution se présentaient, lorsqu'il était question de construire et de tracer sur un plan un grand nombre de courbes dont les formes pouvaient varier à l'infini. M. Léon Lalanne a cherché s'il ne serait pas possible de surmonter cet obstacle, et il y est parvenu dans beaucoup de cas. Il observe, avec raison, que les cotes, marquées sur les axes coordonnés, peuvent être des nombres propres à représenter, non plus les diverses valeurs des coordonnées elles-mêmes, mais les valeurs

correspondantes de leurs logarithmes, ou plus généralement les valeurs d'autres variables qui soient des fonctions quelconques des coordonnées. Un exemple de cet artifice de calcul se trouvait déjà dans la construction de la règle logarithmique, qui paraît offrir l'une des premières applications que l'on ait faites des idées de Néper. Or, en adoptant ce procédé, on verra souvent les lignes courbes qu'il s'agissait d'obtenir se transformer en lignes droites. C'est ce qui arrivera, en particulier, si la fonction proposée est un produit de deux facteurs dont chacun dépende d'une seule variable, ou même si un semblable produit dépend uniquement de la fonction proposée. Alors, en prenant les logarithmes, on obtiendra une équation linéaire dont les valeurs devront être cotées, 1° sur les axes coordonnés supposés rectangulaires, 2° sur des droites parallèles également inclinées à ces deux axes. C'est de cette manière que M. Léon Lalanne a construit un abaque qui sert à résoudre avec une grande facilité les diverses opérations de l'arithmétique, même l'élévation d'un nombre à une puissance fractionnaire. L'abaque de M. Léon Lalanne fournit généralement deux ou trois chiffres exacts de chacun des nombres que l'on se propose de calculer.

» Parmi les applications que M. Léon Lalanne a faites de sa méthode, nous avons remarqué celles qui se rapportent, d'une part, à la détermination des superficies de déblai et de remblai dans le tracé des routes et des canaux; d'autre part, à la résolution des équations trinômes. Quoique dans son Mémoire M. Léon Lalanne ait considéré seulement une équation trinôme de forme algébrique, il est clair que l'on pourrait étendre l'application du procédé dont il a fait usage à toute équation trinôme entre trois variables, qui serait linéaire par rapport à deux de ces variables regardées comme indépendantes, ou même par rapport à trois autres variables fonctions de celles-ci (*).

» En résumé, nous croyons que le Mémoire de M. Léon Lalanne est digne d'être approuvé par l'Académie; et, eu égard aux nombreuses applications que l'on peut faire des principes qui s'y trouvent exposés, nous proposerons l'insertion de ce Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

(*) En effet, en supposant X et Y fonctions de x et de y, on pourra généralement réduire à la construction de lignes droites la résolution d'une équation de la forme

$$f(z) = X\varphi(z) + Y\chi(z),$$

$f(z)$, $\varphi(z)$, $\chi(z)$ désignant trois fonctions de la variable z que l'on suppose fonction de x et de y.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la chaleur de vaporisation; par* M. PERSON. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« On ne connaît la chaleur de vaporisation que pour quatre substances, l'eau, l'alcool, l'éther sulfurique, et l'essence de térébenthine. Ces recherches la déterminent pour dix autres: le brome, l'iode, le soufre, le mercure, l'acide sulfureux, l'acide sulfurique anhydre, l'acide sulfurique à 1 atome d'eau, le sulfure de carbone, l'éther chlorhydrique et l'esprit de bois.

» Pour l'acide sulfureux et l'éther chlorhydrique, on a employé la méthode des mélanges. Une ampoule de verre, terminée par deux tubes recourbés et effilés, est remplie à moitié de liquide; on ferme les tubes à la lampe, et l'ampoule est plongée dans un poids connu d'eau jusqu'à ce que l'équilibre de température soit établi. On ouvre alors; la vaporisation se fait d'abord par la chaleur qu'avait le liquide au-dessus de son point d'ébullition; ensuite par la chaleur que l'eau fournit. Connaissant la chaleur spécifique, on peut déterminer la chaleur de vaporisation.

» Pour les huit autres substances on a employé un procédé nouveau. On sait que les liquides volatils, versés sur une surface suffisamment chaude, ne touchent pas la surface, mais restent soutenus en l'air par leur propre vapeur.

» Une formule établie dans un précédent Mémoire assigne alors leur durée quand on connaît leur chaleur de vaporisation, et par conséquent leur chaleur de vaporisation quand on connaît leur durée. La chaleur, dans ces circonstances, est transmise au liquide presque exclusivement par la couche de vapeur qui le supporte; quand cette couche est très-mince, les différences de nature n'ont pas d'influence sensible: voilà pourquoi la même formule s'applique également à l'eau, à l'éther, à l'alcool, à l'essence de térébenthine, et, par suite, à d'autres liquides. La couche de vapeur est suffisamment mince quand la température de la surface ne dépasse que de 100 ou 150 degrés la température d'ébullition du liquide.

» Le procédé se réduit à ceci: une très-petite capsule d'argent ou de platine est suspendue par trois fils au-dessus du verre d'une lampe ordinaire à l'huile; la chaleur est suffisante pour que des liquides très-lourds et peu volatils, comme l'acide sulfurique, soient soutenus par leur vapeur. On verse une goutte d'un poids connu; on note sa durée; puis prenant la température

de la capsule par immersion ou autrement, on n'a plus qu'un petit calcul à faire pour obtenir la chaleur de vaporisation.

» La formule est

$$k = 0{,}02687 \left(\frac{1 + \delta}{D}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{\tau(c + c')}{p^{\frac{1}{3}}},$$

k étant la chaleur de vaporisation; D le poids spécifique du liquide; δ la dilatation jusqu'à la température d'ébullition; p le poids en grammes; τ la durée en secondes; $c = ma^t(a^\theta - 1)$; t la température d'ébullition; $t + \theta$ la température de la capsule; $a = 1{,}0077$; $m = 0{,}1$ dans une capsule plane, 0,2 dans un creuset profond, tant qu'on ne dépasse pas 300 ou 400 degrés (pour les températures plus élevées voir le premier Mémoire), $c' = 0{,}48\theta^{0{,}92}$.

» Certains liquides demandent quelques modifications au procédé. Ainsi, pour les liquides très-volatils, comme il faut une température peu élevée, on l'obtient d'une manière plus fixe en opérant dans un creuset qui plonge au milieu d'une dissolution saline bouillante. Pour le mercure, il faut opérer dans un creuset chauffé au rouge par une lampe à alcool à double courant d'air; une température de 100 ou de 150 degrés au-dessus de l'ébullition ne suffirait pas pour que la vapeur soutînt un liquide aussi dense.

» Pour le soufre, la durée des gouttes serait réduite presque à rien par la combustion dans l'air; on a opéré dans une atmosphère d'acide carbonique.

» On a dû naturellement chercher une loi dans les résultats obtenus, et il y en a d'abord une tout à fait évidente; c'est que les chaleurs de vaporisation des atomes sont exactement dans l'ordre des températures d'ébullition.

» On sait que cette relation n'existe pas quand on considère des poids égaux; il n'y a alors aucun ordre : les substances qui se vaporisent aux températures les plus élevées ne sont nullement celles qui demandent le plus de chaleur; l'essence de térébenthine, par exemple, qui ne bout qu'à 157 degrés, demande sept fois moins de chaleur que l'eau qui bout à 100. Mais quand on prend des poids atomiques, il s'établit un ordre parfaitement régulier. On aurait pu le voir sur les quatre substances connues, mais c'était trop peu pour généraliser. Cela est permis maintenant qu'on a quatorze substances très-différentes, les unes simples, les autres composées, tant de la chimie organique que de la chimie inorganique. Si donc une substance bout à une température plus élevée qu'une autre, on pourra maintenant affirmer que la chaleur nécessaire à sa vaporisation est plus grande, quelle que soit d'ailleurs sa composition chimique. Si elle bout à la même température, la

chaleur de vaporisation est la même : c'est ce qu'on voit par exemple pour le brome, l'acide sulfurique anhydre et le sulfure de carbone, qui tous trois sont gazeux vers 46 degrés. On trouve un autre exemple dans les hautes températures pour le mercure et l'acide sulfurique.

» Si on construit une courbe avec les températures d'ébullition et les chaleurs de vaporisation pour coordonnées, on ne trouve pas de points jetés au hasard en dehors de la courbe générale. La marche que prend la courbe vers les basses températures tend à faire croire qu'il faut encore une chaleur très-considérable pour vaporiser les gaz liquéfiés, tels que le chlore, l'acide carbonique, etc. Cela est du moins certain pour l'acide sulfureux.

» Maintenant, étant donnés le poids atomique d'une substance et son point d'ébullition depuis 10 degrés au-dessous de zéro jusqu'à 350 au-dessus, soit par une interpolation, soit par la courbe, on peut assigner la chaleur de vaporisation, ou plus généralement de ces trois choses : le point d'ébullition, le poids atomique et la chaleur de vaporisation; deux étant données, on peut assigner la troisième.

» Puisque des corps de composition chimique essentiellement différente ont la même chaleur de vaporisation dès que leur point d'ébullition est le même, on est amené à conclure que si les atomes des corps simples des composés pouvaient être réduits en vapeur dans des circonstances identiques, il faudrait exactement la même quantité de chaleur pour tous. On arrive ainsi à une loi qui est pour la chaleur de vaporisation ce qu'est la loi de Dulong et Petit pour la chaleur spécifique. Elle est même plus générale, puisqu'elle s'applique indistinctement aux corps simples et aux corps composés. Les écarts connus dans la loi de Dulong paraissent dépendre non pas de la composition chimique, mais de la constitution physique des atomes.

» Un fait nouveau qui résulte de ces recherches, c'est qu'avec la même quantité de chaleur, le brome, l'iode et le soufre forment un volume de vapeur moitié moindre que les autres substances supposées dans des circonstances identiques. Cela n'a pas lieu pour le mercure.

» Il est facile de voir, d'après cela, que la loi sur l'égalité de chaleur des atomes de vapeur ne coïncide pas avec la loi qui admet la même chaleur pour le même volume à la température de l'ébullition. Mais, même pour les corps dont les poids atomiques formeraient des volumes égaux de vapeur dans les mêmes circonstances, c'est seulement par approximation, comme du reste l'a observé M. Despretz, que l'on trouve l'égalité de chaleur à égalité de volume. On peut démontrer d'une manière générale que cette égalité approchée résulte d'une compensation qui n'est jamais parfaite.

» Une loi, au moins probable, paraît encore résulter des données réunies sur la chaleur de vaporisation ; c'est que la chaleur de vaporisation d'un composé est plus petite que la somme des chaleurs de vaporisation des composants. En effet, la chaleur de vaporisation d'un atome composé est souvent plus petite que celle d'un atome simple, et elle est bien loin de croître proportionnellement au nombre des atomes composants. Si l'on fait la somme des chaleurs de vaporisation de l'acide sulfurique anhydre et de l'eau, on la trouve plus grande que la chaleur de vaporisation du sulfate hydrique. En admettant cette loi, on serait amené à conclure que l'alcool n'est pas une combinaison d'éther et d'eau, qu'il ne peut pas être considéré comme un hydrate d'oxyde d'éthyle, car la somme des chaleurs de vaporisation de l'éther et de l'eau est plus petite que la chaleur de vaporisation d'un poids égal d'alcool.

» Dulong a trouvé que la chaleur latente de dilatation était la même pour les gaz simples et pour les gaz composés, ou, en d'autres termes, que pour dilater également, dans des circonstances identiques, les gaz simples ou composés, il fallait la même quantité de chaleur par atome. Il paraît que la même égalité et la même indépendance de la composition chimique ont lieu pour l'énorme dilatation qui constitue le passage de l'état liquide à l'état gazeux. L'acide sulfurique anhydre et le sulfure de carbone, se vaporisant dans des circonstances identiques, forment le même volume avec la même quantité de chaleur. Il en est sensiblement de même de l'alcool et de l'esprit de bois, du mercure et de l'acide sulfurique hydraté, en donnant à celui-ci la densité la plus probable. Quand la vaporisation n'a pas lieu à la même température, la marche des différences confirme encore la vérité de cette loi, que malgré la diversité de composition, la même quantité de chaleur produit le même volume de vapeur dans des circonstances identiques.

» Il est clair qu'il faut considérer séparément le soufre, le brome et l'iode, pour leur appliquer la loi. Il y a nécessité de partager les corps au moins en deux classes, d'après les volumes de vapeur formés par la même quantité de chaleur.

» On peut maintenant concevoir pourquoi les chaleurs de vaporisation sont rangées dans l'ordre des températures d'ébullition. Considérons d'abord des corps de même classe (même volume de vapeur pour même chaleur de vaporisation). Dire que le point d'ébullition est plus élevé, c'est dire que le volume de vapeur est plus grand, et il est très-naturel que pour produire un plus grand volume il faille une plus grande quantité de chaleur. Si maintenant nous considérons des corps de classes différentes,

l'eau et l'iode par exemple, dire que le point d'ébullition de l'iode est plus élevé, c'est dire que son volume de vapeur est plus grand que la moitié de celui de l'eau. S'il était égal à cette moitié, le point d'ébullition serait le même, on aurait la même chaleur de vaporisation; mais puisqu'il est plus grand, la chaleur de vaporisation doit être plus grande. Ainsi un point d'ébullition plus élevé entraîne toujours une chaleur de vaporisation plus grande.

Résumé.

» 1°. On connaissait la chaleur de vaporisation pour quatre substances: ces recherches la font connaître pour dix autres;

» 2°. Elles donnent un nouveau procédé pour sa détermination;

» 3°. Elles établissent que les chaleurs de vaporisation des différentes substances viennent se ranger exactement dans l'ordre des températures d'ébullition, quand, au lieu de prendre des poids égaux, on prend des poids atomiques;

» 4°. Elles montrent qu'une même quantité de chaleur produit pour le brome, l'iode et le soufre, un volume de vapeur moitié de celui donné par les autres substances supposées dans des circonstances identiques;

» 5°. Elles signalent une analogie remarquable entre la chaleur qui devient latente pendant la formation des vapeurs et celle qui devient latente pendant la dilatation des gaz: toutes deux sont indépendantes de la composition chimique;

» 6°. Enfin, elles conduisent à cette loi probable, que la chaleur de vaporisation d'un composé est moindre que la somme des chaleurs de vaporisation des composants. Cette loi serait importante à vérifier, car dans bien des cas elle déciderait de l'ordre dans lequel sont combinés les atomes. »

MÉCANIQUE ANIMALE. — *De la locomotion de l'homme et des animaux; par* M. MAISSIAT. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Nous avons soumis l'année dernière, au jugement de l'Académie, un travail sur la station des animaux: ce Mémoire en est la suite, et contient l'essai d'une théorie de la locomotion.

» Pour analyser d'abord le phénomène dans le cas le plus général, nous supposons que la locomotion ait lieu, *au pas ordinaire*, sur un sol horizontal, et nous l'observons à un instant quelconque, pendant une période de deux pas, au bout de laquelle tout le système est revenu à l'état primitif. Nous

joignons à notre Mémoire un tableau synoptique où sont consignés les résultats de ces observations : nous y montrons quelle est, durant cette période fondamentale, la fonction des organes, la nature et le mode d'action des forces, enfin le mouvement produit.

» Voici les conséquences principales auxquelles nous sommes arrivés :

» Les forces qui agissent dans la locomotion sont, 1° la pesanteur; 2° la détente des ligaments; 3° la contraction musculaire.

» 1°. La pesanteur agit d'une manière différente aux diverses phases de la période : elle retarde ou accélère le mouvement de translation du système, suivant que le centre de gravité général monte ou descend. D'après ce que nous avons dit, on voit que le premier cas aura lieu quand le tronc, passant sur le membre antérieur, s'élèvera sur ce membre; et le deuxième, durant la phase consécutive, quand s'opère la chute en avant. Le système oscille donc véritablement dans le sens postéro-antérieur, comme dans le sens transversal; et sans les résistances mécaniques, la translation s'effectuerait en vertu d'une impulsion initiale, par chutes et ascensions successives, sous la seule action de la pesanteur.

» 2°. Détente des ligaments élastiques. La considération de la tension des ligaments, négligée jusqu'à présent, est essentielle dans la question qui nous occupe : nous en avons déjà montré, dans la station, une fonction importante; quand le corps est en mouvement, les ligaments agissent de la même manière que ces systèmes élastiques qui existent dans nos appareils artificiels de transport.

» Mais ici, dans le cas naturel, il se montre d'admirables perfectionnements qui réduisent de beaucoup les résistances mécaniques, annulent les rebroussements de la trajectoire du centre de gravité du système, et amènent le mouvement de translation à être sensiblement uniforme dans ses éléments, même pour des vitesses médiocres. Ces résultats de perfection sont dus à ce que le système se trouve ralenti, aux époques périodiques d'accélération, par un mécanisme de cordes élastiques, qui, aux époques de retard, fournissent des détentes utiles et compensatrices, à très-peu près, des variations de la vitesse. Ainsi, une portion de la vitesse de chute, trop grande dans la première moitié d'une période des mouvements, est alors absorbée, en quelque sorte, et mise en réserve dans ces ligaments, pour être restituée plus tard, très-utilement, dans la seconde moitié de la période, aux époques de retard, par la détente de ces mêmes ligaments.

» Ainsi, durant la locomotion, des ligaments articulaires sont alternativement tendus et lâches ; ils passent brusquement, dans un même membre,

du premier état au second, lors du changement de pied : il en résulte des détentes ; par suite, des impulsions sont imprimées au membre-pendule, impulsions qui augmentent sa vitesse propre et le fléchissent au genou, aux malléoles, tandis qu'en un autre sens elles l'éloignent du plan de symétrie du corps. Tous ces effets sont manifestes quand on observe attentivement la locomotion, et ils en sont même une condition indispensable, car ils empêchent le membre-pendule de heurter sur le sol trop tôt, ou de heurter contre le membre-support du tronc, en le doublant.

» 3°. Contraction des muscles.

» L'action musculaire la plus importante à considérer est celle du muscle triceps fémoral : ce muscle se contracte alternativement dans chaque membre-support pour l'allonger et élever le centre de gravité du système dont la hauteur de chute se trouve ainsi augmentée.

» Toutes les circonstances que présente le phénomène de la locomotion s'expliquent facilement en tenant compte de l'action de ces forces, de la figure et de la liaison du système.

» En cherchant, par exemple, la cause du mouvement des bras qu'on observe toujours dans le cas d'une marche au pas accéléré, on peut se représenter facilement la trajectoire décrite par le centre de gravité général du corps, pendant la locomotion. Il faut, pour cela, considérer, indépendamment l'un de l'autre, le centre de gravité du tronc et celui des membres ; de plus, il faut considérer chacun d'eux dans son double mouvement longitudinal et transversal.

» On trouve ainsi que le centre de gravité du tronc passe par sa hauteur maximum aux époques mêmes où le centre de gravité des membres est à sa hauteur minimum relativement aux axes qu'emporte le tronc, et réciproquement. Le centre de gravité général se déplace dans le même sens que le centre de gravité du tronc, dont les variations de niveau sont plus considérables ; mais, d'après ce que nous venons de dire, l'étendue verticale de ces déplacements est moindre. Ainsi, par suite de la déformation du système, pendant la locomotion, les oscillations verticales du centre de gravité général n'ont pas la même amplitude que les oscillations *apparentes* du tronc, dans le même sens : conséquence importante sur laquelle nous reviendrons quand nous chercherons à évaluer le travail mécanique produit durant la locomotion.

» Si nous tenons compte maintenant de la coexistence des mouvements longitudinal et transversal, nous arriverons à un résultat analogue et remarquable sous un autre point de vue.

» On trouve en effet que la demi-oscillation descendante en un sens et la demi-oscillation montante dans l'autre, sont simultanées. Le déplacement vertical du centre de gravité général a le même signe que si l'oscillation longitudinale existait seule; mais ce déplacement est alors de moindre étendue.

» Ce que cette conséquence offre de remarquable, c'est que l'attitude symétrique transversalement sur deux membres, instable dans l'état de repos du système, devient stable dans l'état de mouvement. Le centre de gravité général se trouve alors en effet au point le plus bas, à cause de la coexistence des oscillations dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. Telle est l'origine de notre stabilité en état de locomotion.

» Après cette discussion du pas fondamental, *pas type,* viennent, dans notre travail, toutes les discussions du *pas varié;* en voici l'énumération : 1° variations simultanées du temps t des oscillations des quatre *pendules-membres,* conservation du synchronisme ; 2° départ et accélération, force motrice, travail moteur, résistances mécaniques; 3° retard et arrêt, action négative des muscles; 4° déviation de route, force centrifuge, conversion sur place, mécanisme du genou; 5° locomotion oblique à l'horizon; 6° dépense de force musculaire; etc.

» Nous ne pouvons, dans cette Note, analyser tous ces divers cas.

» Les oscillations simples, décrites par les membres inférieurs, peuvent varier depuis la grandeur entière jusqu'à des fractions minimes, ce qui en diminue successivement la durée et augmente la fréquence du pas jusqu'à la course précipitée.

» L'oscillation des bras se trouve ramenée par nous au synchronisme avec les oscillations interrompues des membres inférieurs, à l'aide de la contraction du biceps brachial, qui les coude à angle, et raccourcit ainsi leur longueur propre d'oscillation.

» L'examen des cas de retard nous a conduit à un résultat important pour la physiologie des muscles, et que nous devons noter ici : Si l'on observe ce qui se passe pendant le retard marqué, on voit que des flexions ont lieu partout dans le membre qui porte le tronc : ce ne sont pourtant pas les muscles fléchisseurs qui agissent alors; on trouve, au contraire, à l'exploration directe, les muscles extenseurs contractés; il y donc lieu sous leur effort, et en vertu des vitesses acquises par le système, à des mouvements de sens inverse de ceux qui se manifestent d'ordinaire. Cette action des muscles, qu'on peut appeler *négative,* tend singulièrement à rapprocher, comme nous l'avons déjà fait pressentir, les muscles à tendons et les liga-

ments proprement dits. Cette ressemblace est confirmée par un grand nombre d'autres faits.

» Ce cas particulier du changement de direction de route nous a conduit à préciser le mécanisme de la pirouette. Généralement, si l'on veut pirouetter sur un membre, que la pirouette soit ou non superposée à un état de locomotion, ce mouvement angulaire horizontal du système sur un seul membre, qui sert d'axe de révolution, a lieu par un mécanisme indépendant de l'état de locomotion, et peut, au besoin, se superposer à la locomotion, comme nous le pratiquons de fait : ceci est la clef de l'installation mécanique du genou, où se trouvent en réalité deux articulations concentrées.

» Enfin, et c'est la conclusion de tout notre travail, nous montrons à quoi se réduit la dépense musculaire dans les divers cas examinés. Si la locomotion a lieu sur un sol horizontal, les muscles ne fournissent que la force nécessaire pour subvenir aux résistances mécaniques. Sur un sol incliné, il y a *travail produit* ou *consommé,* et la dépense musculaire est égale à cette quantité de travail augmentée ou diminuée de la somme des résistances mécaniques, suivant qu'on monte ou qu'on descend. Dans le cas de la descente, l'action musculaire est fournie avec le caractère négatif dont il a été question. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Mémoire sur les produits de la distillation sèche du sang-dragon; par* MM. ALEX. GLENARD (de Lyon) *et* CH. BOUDAULT. (Extrait.)

« Le sang-dragon, soumis à l'action de la chaleur, se fond d'abord, et abandonne une eau acide qui distille à 210 degrés ; passé cette température, la masse se boursoufle et entre en décomposition : il se dégage de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. D'épaisses vapeurs blanches se manifestent et se condensent dans le récipient, où l'on recueille en même temps un liquide oléagineux coloré en rouge : il reste dans la cornue une quantité assez considérable de charbon. Le liquide obtenu se divise en deux couches: l'une aqueuse, et présentant les réactions acides au tournesol; l'autre, plus légère, est un mélange de deux huiles tenant en dissolution une espèce de goudron, et présentant quelque analogie avec les produits de la distillation de la houille.

» En distillant ce liquide on obtient trois corps bien distincts : une huile plus légère que l'eau, une huile plus lourde que l'eau, ces deux huiles tenant en dissolution un corps résinoïde ; enfin des cristaux paraissant être de la

naphtaline ou quelque corps analogue. Il reste dans la cornue une poix colorée en noir rougeâtre.

» L'huile légère est distillée deux fois avec l'eau pour la débarrasser de la seconde huile, et une troisième fois sur du chlorure de calcium pour la séparer du corps résinoïde blanc. Cette huile, ainsi purifiée, est un carbure d'hydrogène; nous lui avons donné le nom de *dracyle :* il est incolore, d'une odeur éthérée. La pesanteur spécifique = 0,877 à + 22 degrés. Il bout de 125 à 127 degrés. Un froid de − 15 degrés ne lui fait subir aucun changement; insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles grasses et essentielles, il brûle avec une flamme fuligineuse et distille sans altération. Sa composition, donnée par l'analyse, est $C^{16}H^{10}$: la densité de sa vapeur, fournie par l'expérience qui coïncide avec celle fournie par le calcul, est 3,7, et représente 4 vol. de vapeur.

» Le potassium est sans action sur le dracyle. L'acide chlorhydrique est absorbé sans production de camphre solide. L'acide sulfurique dissout le dracyle à l'aide de la chaleur. On peut le distiller sur la potasse sans altération.

» Soumis à un courant de chlore sec, le dracyle en absorbe une grande quantité avec production de chaleur et dégagement d'acide chlorhydrique, et se transforme en chlorodracyle, dont la formule $C^{16}H^{6}Cl^{4}$ indique que 4 équivalents d'hydrogène du dracyle ont été remplacés par 4 équivalents de chlore.

» *Action de l'acide nitrique fumant sur le dracyle.* — L'action de l'acide nitrique fumant sur le dracyle varie suivant les proportions d'acide employées et la température à laquelle la réaction s'effectue.

» En faisant réagir à chaud 6 à 8 parties d'acide nitrique fumant sur 1 de dracyle, on obtient une dissolution rouge qui, concentrée jusqu'à un certain point, se prend, par le refroidissement, en une sorte de magma jaunâtre. Ce corps, traité par l'eau bouillante, lui cède un composé acide cristallisable, tandis qu'une espèce d'huile rougeâtre s'en sépare et se rassemble au fond. Cette huile, purifiée par une distillation avec l'eau, a l'odeur d'essence d'amandes amères. Elle est plus lourde que l'eau; saveur sucrée; insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, la potasse; brûle avec une flamme fuligineuse. Traitée par la potasse, elle donne de l'ammoniaque et de l'hydrogène. Une solution alcoolique de cette huile, traitée par une solution de potasse, se prend en un magma cristallin. Ces deux dernières réactions semblent la rapprocher de l'hydrure de benzoïle, mais la présence de l'azote en fait un corps différent.

» Le corps acide qui s'est dissous dans l'eau bouillante est celui que nous appelons acide nitrodracylique. On l'obtient pur en le faisant cristalliser plusieurs fois dans l'eau. Il est blanc, brillant, cristallisé en petites aiguilles groupées en étoiles; à peine soluble dans l'eau froide, l'eau bouillante ne le dissout qu'en petite quantité; il est très-soluble dans l'alcool. Chauffé sur une lame de platine, il laisse un résidu à peine sensible; il se sublime en aiguilles fines.

» La composition de cet acide peut être représentée par $C^{16}H^{6}O^{4}(A2O^{4})$.

» Il se comporte avec les bases comme un acide faible, et déplace l'acide carbonique.

» Les sels à base alcaline sont tous solubles; les autres sont insolubles ou peu solubles.

» Les sels à base alcaline s'obtiennent directement ou en décomposant un carbonate.

» Les autres se font par double décomposition ou en faisant bouillir l'acide avec un oxyde ou un carbonate.

» L'acide nitrodracylique, dans les sels de fer au minimum, produit un précipité blanc qui devient rouge par l'ébullition. Il ne précipite pas les sels de fer au maximum.

» Le nitrodracylate de cuivre est sous la forme d'une poudre verte insoluble dans l'eau et l'alcool; on l'obtient en traitant l'acétate de cuivre par une solution d'acide nitrodracylique.

» Le sel de plomb s'obtient en faisant bouillir un excès de carbonate de plomb avec l'acide nitrodracylique; il cristallise en belles aiguilles radiées parfaitement blanches; il est assez soluble.

» Le sel d'argent s'obtient de la même manière; il est sous forme de cristaux mamelonnés assez solubles.

» Les nitrodracylates détonent quand on les chauffe. L'acide est précipité de ses dissolutions salines par les acides puissants. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Examen chimique de la séve de quelques végétaux; par* M. LANGLOIS.

« L'analyse que j'ai faite l'année dernière d'une matière sucrée qui existait sur les feuilles du tilleul m'a porté à croire que l'étude de la séve de cet arbre ne serait pas sans intérêt (1). Pendant les mois de février et de mars,

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. VII, p. 348.

époque à laquelle ce liquide commence à se montrer dans les végétaux, j'essayai, mais en vain, d'en obtenir du tilleul, quoique j'eusse employé le moyen indiqué par M. Biot (1). Je pensai que la saison n'était pas encore assez avancée; qu'il fallait attendre, et faire de temps en temps de nouvelles tentatives. Il n'en était pas de la vigne comme du tilleul, la séve s'y trouvait en pleine activité; on pouvait facilement la recueillir dans des vases de verre convenablement disposés. Elle était tellement abondante, que je crus devoir l'examiner. Je n'ignorais pas cependant qu'elle avait déjà été étudiée, en 1831, par M. Régimbeau; mais je savais aussi que ce chimiste avait annoncé plusieurs résultats dont il ne garantissait pas l'exactitude (2). De nouvelles recherches ne me paraissaient donc pas inutiles.

» *Séve de la vigne.* — Elle fut recueillie en quelques heures, le 30 mars 1843, sur une vigne qui existe dans le jardin botanique de l'hôpital militaire d'instruction de Strasbourg.

» Cette séve est très-limpide, incolore et inodore; sa saveur est faiblement acide et sa densité est un peu plus grande que celle de l'eau. Elle rougit sensiblement la teinture de tournesol. L'eau de baryte y forme un précipité soluble presque entièrement dans l'acide nitrique; la potasse pure et l'ammoniaque la troublent légèrement; l'acide oxalique et l'oxalate d'ammoniaque y produisent un précipité blanc; le même phénomène est déterminé par le sous-acétate et l'acétate neutre de plomb, surtout par le premier. Après l'avoir concentrée, l'acide hyperchlorique y démontre la présence de la potasse. Soumise à l'action de la chaleur dans un ballon muni d'un tube recourbé se rendant sous une cloche pleine de mercure, on obtint par kilogramme 10 centimètres cubes d'acide carbonique.

» 3 kilogrammes de séve, évaporés à une douce température, produisirent un extrait pesant 7 grammes. Pendant l'évaporation, il se déposa $0^{gr},45$ d'une poudre blanche, composée presque complétement de tartrate de chaux et d'une faible quantité de phosphate de la même base. On mit l'extrait en contact avec de l'alcool à 33 degrés, qui en a dissous une partie. Ce liquide laissa, après la distillation, un résidu sur lequel on fit agir l'alcool absolu. La portion non attaquée par cet alcool fut dissoute dans l'eau, et la dissolution, étant concentrée, donna en se refroidissant des cristaux de nitrate de potasse. L'alcool absolu fut distillé; il resta dans la cornue un peu de liquide rougissant la teinture de tournesol et n'étant point précipité par le

---

(1) *Nouvelles Annales du Muséum d'histoire naturelle,* t. II, p. 272.

(2) *Journal de Pharmacie*, t. XVIII, p. 36.

sous-acétate de plomb. La potasse caustique en dégage de l'ammoniaque; l'acide sulfurique concentré n'y développe pas l'odeur de l'acide acétique. Le nitrate d'argent et l'acide perchlorique y font naître des précipités. On obtint de ce liquide, après son entière combustion dans un creuset de platine, des cendres formées de carbonate de potasse, de chlorure de potassium et de chaux carbonatée. L'alcool absolu a donc enlevé à l'extrait de séve de l'acide lactique, des lactates alcalins et du chlorhydrate d'ammoniaque.

» La portion des 7 grammes d'extrait sur laquelle l'alcool à 33 degrés fut sans action a été traitée par l'eau distillée, qui a laissé pour résidu $0^{gr},40$ de tartrate de chaux. La dissolution aqueuse, filtrée, et ensuite concentrée au bain-marie, produisit des cristaux grenus exclusivement formés de tartrate calcique.

» Les eaux-mères, légèrement acides, furent précipitées au moyen de sous-acétate de plomb, dans le but d'y découvrir la présence de l'acide malique. Le précipité, après avoir été bien lavé à l'eau froide, n'a rien cédé à ce liquide bouillant, ce qui prouve qu'il ne contenait pas de malate de plomb. On peut conclure de cette expérience que l'acide malique ne paraît pas exister dans la séve de vigne.

» Cette séve renferme de l'acide carbonique libre, du tartrate de chaux, du nitrate de potasse, des lactates alcalins, du chlorhydrate d'ammoniaque, du sulfate de potasse et du phosphate de chaux. Par kilogramme de ce liquide, on obtiendrait environ 10 centimètres cubes d'acide carbonique, $1^{gr},25$ de tartrate de chaux, $0^{gr}02$, de nitrate de potasse et une faible quantité des autres sels.

» Je n'ai point trouvé, comme on le voit, de bitartrate de potasse, rencontré par M. Régimbeau; mais j'ai trouvé du nitrate de potasse et des lactates alcalins, que ce chimiste n'a pas signalés. La différence observée dans nos résultats tient peut-être à la nature du terrain dans lequel la vigne végète. D'après cela, j'ai pensé qu'il conviendrait d'analyser de la séve provenant de vignes cultivées en plein champ. Au moment où je voulais faire cette seconde analyse, il était déjà bien tard, la vigne donnait peu de séve; on fut obligé, pour en recueillir une faible quantité, de laisser les appareils fixés aux ceps pendant plusieurs jours. On parvint à en obtenir seulement 300 grammes, qui furent fournis par des vignes qui croissent sur la petite colline d'Oberhausberg, à 4 kilomètres de Strasbourg.

» Cette séve avait fermenté, elle était trouble, et tenait en suspension une matière floconneuse; elle ramenait au bleu le papier de tournesol rougi. L'eau

de chaux y formait un précipité se dissolvant avec effervescence dans l'acide chlorhydrique; elle se troublait aussi par le nitrate d'argent et l'acétate de plomb. Concentrée dans une cornue, on recueillit les produits de la distillation. Le ballon servant de récipient contenait une liqueur qui fut divisée en deux parties : dans l'une, on versa de l'eau de baryte qui produisit un précipité de carbonate de baryte; le liquide surnageant, filtré et évaporé, donna un résidu d'oxyde de barium, sans aucune trace d'acétate; dans l'autre partie, on ajouta un peu d'acide chlorhydrique, puis elle fut chauffée jusqu'à siccité. Le résidu dégageait de l'ammoniaque en se mêlant à de la potasse caustique. D'où il résulte que le liquide distillé renfermait du carbonate d'ammoniaque auquel il devait ses propriétés alcalines. Celui-ci provenait certainement de la décomposition de l'albumine végétale, signalée dans presque toutes les séves dont on a fait l'analyse.

» En continuant l'évaporation du liquide existant dans la cornue, on obtint une matière saline à laquelle l'alcool enleva du chlorhydrate d'ammoniaque, du lactate de potasse et du lactate de chaux. La portion insoluble, dans ce véhicule, contenait du carbonate de chaux mélangé à des traces de carbonate de potasse, de tartrate de chaux et de sulfate de potasse. Dans cette séve, la fermentation avait donc transformé en carbonates la majeure partie des tartrates. Je dis des tartrates, parce que je crois que l'acide tartrique s'y trouvait combiné, non-seulement à la chaux, mais aussi à la potasse. Je n'y ai point rencontré, comme dans la première séve, de nitrate de potasse.

» D'après notre analyse, les principes les plus constants de la séve de vigne seraient le tartrate de chaux, l'acide carbonique libre, l'albumine végétale et des sels de potasse dont la nature des acides est susceptible de varier.

» *Séve du noyer.* — En 1833, M. Biot a examiné la séve de plusieurs arbres, et notamment celle du noyer, dans laquelle la polarisation circulaire lui fit connaître la présence du sucre de canne. Cette séve, comme toutes celles étudiées par ce savant illustre, ne renfermait pas d'acide carbonique. Vauquelin, au contraire, avait rencontré cet acide dans presque toutes les séves qui furent l'objet de ses recherches, ce qui fait présumer à M. Biot que les séves analysées par cet habile chimiste avaient sans doute déjà éprouvé un commencement de fermentation. Quant à moi, j'ai aussi trouvé de l'acide carbonique libre dans la séve du noyer, observée peu de temps après sa sortie de l'arbre; mais elle ne contenait pas de sucre. Ces résultats diffèrent donc beaucoup de ceux obtenus par M. Biot. D'où il faut conclure, si nos analyses sont exactes, que la constitution chimique des séves peut varier considérablement à diverses époques de la végétation. Les expériences au moyen de

la polarisation circulaire furent faites au commencement de février, et les miennes n'eurent lieu qu'à la fin du mois d'avril.

» La séve du noyer, dont je vais indiquer la composition, fut recueillie sur le corps de l'arbre où des trous avaient été pratiqués à l'aide d'une tarière, et à une petite distance du sol. A ces trous se trouvaient fixés des tubes de verre qui communiquaient à des ballons servant de récipients. Cette séve coulant abondamment, il suffisait de quelques heures pour en obtenir une assez grande quantité. Elle est incolore, transparente et sans odeur. Sa saveur, douce et agréable, rappelle un peu celle de la noix fraîche. Elle rougit légèrement la teinture de tournesol. Sa densité est de 1,003. Elle précipite par l'eau de baryte; le précipité se dissout presque totalement dans l'acide chlorhydrique. L'eau de chaux la trouble aussi. Le nitrate d'argent y forme un précipité insoluble dans l'acide nitrique. L'acide hyperchlorique et le sesquichlorure de fer sont sans action. L'acide oxalique, ainsi que les acétates de plomb, y produisent un précipité blanc. Par l'addition de l'alcool on obtint un dépôt floconneux. Chauffé jusqu'au rouge, ce dépôt donna naissance à des vapeurs ammoniacales, et laissa pour résidu du carbonate et du phosphate de chaux.

» De la séve, non altérée par la fermentation, soumise à l'action de la chaleur dans un ballon convenablement disposé, a fourni par kilogramme, 24 centimètres cubes d'acide carbonique.

» 1 500 grammes du même liquide furent concentrés dans une cornue, de manière à pouvoir recueillir les produits de la distillation. Pendant la concentration, il se déposa une poudre blanche composée d'albumine végétale, de carbonate, de sulfate et de phosphate de chaux. La liqueur qui a passé à la distillation est neutre; elle précipite par l'acétate de plomb; la baryte, la chaux et le chlorure ferrique n'y produisent rien. Le nitrate d'argent y acquiert au bout de peu de temps une teinte rosée, sans formation d'aucun précipité. La substance à laquelle sont dus ces phénomènes était en trop petite quantité pour être recueillie.

» La portion de séve restée dans la cornue fut évaporée jusqu'au point où elle prit la consistance d'un extrait. Cet extrait, pesant 7 grammes, a été traité, à l'aide de la chaleur, par de l'alcool à 36 degrés qui laissa déposer, après sa concentration et son refroidissement, des cristaux de nitrate de potasse. Ce liquide, évaporé complétement, donna un résidu auquel l'alcool absolu enleva plusieurs substances dont une jouissait de toutes les propriétés des matières grasses. Elle était très-soluble dans l'éther, moins soluble dans l'alcool; elle se dissolvait parfaitement dans la potasse d'où les acides la pré-

cipitaient. Sa faible proportion nous a empêché de mieux l'étudier. L'existence d'une matière grasse dans la séve du noyer me paraît être un fait assez remarquable, digne d'intéresser, je pense, les personnes qui s'occupent de physiologie végétale. Outre cette substance, l'alcool avait encore dissous du chlorhydrate d'ammoniaque, du lactate de potasse et du lactate d'ammoniaque.

» La partie sur laquelle l'alcool absolu n'eut point d'action fut redissoute dans de l'alcool à 36 degrés, qui a produit, après son évaporation, des cristaux de nitrate de potasse, au milieu desquels on voyait des cristaux mamelonnés, semblables à ceux du sucre de raisin, mais faciles à reconnaître pour des cristaux de lactate de chaux. L'extrait de séve, privé de la majeure partie des principes solubles dans l'alcool, a été dissous dans une petite quantité d'eau. Celle-ci laissa pour résidu une poudre blanche formée principalement de malate de chaux et d'un peu de sulfate calcique. Par la concentration, la dissolution aqueuse fournit encore ces mêmes sels, et l'on voit se former à sa surface une pellicule adhérente aux doigts et offrant les principaux caractères des matières gommeuses.

» Les cendres provenant de la combustion de l'extrait de séve contiennent de la potasse et de la chaux combinées aux acides sulfurique, phosphorique et carbonique.

» Nos recherches prouvent donc que la séve du noyer renferme de l'acide carbonique libre, de l'albumine végétale, une matière gommeuse, une substance grasse, des lactactes de chaux, d'ammoniaque et de potasse, du malate de chaux, du chlorhydrate d'ammoniaque, du nitrate de potasse, du sulfate et du phosphate de chaux.

» *Séve du tilleul.* — Arrivé au mois de juin sans avoir pu recueillir ce liquide par les moyens ordinaires, je me décidai à étudier le cambium existant sur les jeunes branches. Examiné à la surface du bois, le cambium est mucilagineux et incolore; il rougit sensiblement la teinture de tournesol. Pour l'obtenir, les jeunes branches du tilleul furent écorcées, et immédiatement après lavées dans de l'eau distillée froide. La liqueur résultant de ce lavage précipitait par l'eau de chaux, le sous-acétate de plomb et l'alcool. Exposée à l'action de la chaleur pour la concentrer, il se produisit, pendant l'ébullition, une matière floconneuse ayant les propriétés de l'albumine végétale. L'évaporation continuée jusqu'à siccité, on obtint un extrait qui fut traité par l'alcool à 85 degrés centigrades; celui-ci donna, après avoir été distillé, un sirop doué d'une saveur très-sucrée, due à la présence du sucre de canne. Ce sirop n'exerce aucune action sur une dissolution alcaline de sulfate de cuivre. L'addition d'une

petite quantité de sucre de raisin lui communique la faculté de former promptement dans ce réactif un précipité jaunâtre de protoxyde de cuivre hydraté. Cette expérience m'a fourni l'occasion de constater combien ce moyen est excellent pour reconnaître des traces de sucre de raisin contenu dans du sucre de canne. J'aurais désiré aussi contrôler ces résultats à l'aide de la polarisation circulaire, mais je ne possède pas encore l'instrument destiné à ce genre de recherches, et que M. Biot emploie avec tant de succès. L'alcool avait dissous, outre le sucre, des quantités très-faibles de chlorhydrate d'ammoniaque et d'acétate de potasse. La portion d'extrait sur laquelle ce liquide fut sans action a été dissoute dans l'eau. La dissolution se couvrit, durant la concentration, d'une pellicule qui adhérait fortement aux doigts, et possédait les caractères des substances gommeuses; cependant elle ne formait pas une combinaison gélatineuse en s'unissant au perchlorure de fer, et ne précipitait pas la solution de silicate de potasse.

» Les jeunes branches écorcées auxquelles l'eau froide avait enlevé le cambium ont été soumises à l'action de l'eau bouillante. La décoction prit, pendant l'ébullition, une couleur d'un rouge vineux. Elle précipite la dissolution de gélatine, et noircit par les sels de sesquioxyde de fer : une partie fut évaporée jusqu'à siccité; le résidu a cédé à l'alcool absolu froid un peu d'acide gallique. Abandonné à l'évaporation spontanée, cet alcool laissa pour produit un liquide rougissant la teinture de tournesol, noircissant les sels ferriques, et n'agissant nullement sur la dissolution de gélatine.

» L'alcool à 36 degrés bouillant a extrait de ce même résidu du sucre de canne qu'on obtint sous forme de sirop, en évaporant une partie du liquide. Ce sirop, décoloré par le charbon animal, possède une saveur fort agréable: il contenait aussi avec le sucre un peu de chlorhydrate d'ammoniaque et d'acétate de potasse. La portion non dissoute dans l'alcool cédait à l'eau une matière gommeuse semblable à celle rencontrée dans le cambium.

» Dans une autre partie de la décoction on ajouta de la levure de bière; elle ne tarda pas à fermenter. Au bout de huit jours, la liqueur ne donnant plus aucun signe de fermentation, fut distillée, et on en recueillit beaucoup d'alcool relativement au poids des jeunes branches employées pour cette expérience. La quantité d'alcool obtenue dans cette circonstance pourrait servir à déterminer la richesse saccharine de la séve du tilleul.

» On voit, d'après ces recherches, que cette séve contient du sucre fermentescible analogue, par ses propriétés chimiques, au sucre de canne. On y trouve encore de l'albumine végétale, une matière gommeuse, plusieurs sels, parmi lesquels nous avons signalé le chlorhydrate d'ammoniaque et l'acétate

de potasse. Je ne doute pas non plus que l'acidité de la séve descendante ne soit due à la présence de l'acide carbonique. Quant aux acides tanique et gallique, ils n'ont été rencontrés que dans la liqueur provenant de l'action de l'eau bouillante sur les jeunes branches privées de leur écorce.

» Cette analyse avait surtout pour but d'apprécier les rapports qui pouvaient exister entre la composition de la séve du tilleul et celle de la matière sucrée que nous recueillîmes l'année dernière sur les feuilles de cet arbre. Cette matière renfermait du sucre de raisin et de la mannite qui n'ont pas été trouvés dans la séve. Il résulte de là, comme je l'ai déjà dit, que ces deux principes, signalés dans le miellat du tilleul, proviennent du sucre de canne contenu dans la séve, et dont la transformation a eu lieu à la surface des feuilles. »

CORRESPONDANCE.

M. **Arago** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. **Paris**, capitaine de corvette, d'un ouvrage intitulé : *Essai sur les constructions navales des peuples extra-européens.*

Dans cet ouvrage M. Paris a représenté, au moyen de 800 dessins, les formes et les dimensions exactes de toutes les constructions navales des peuples habitant les pays parcourus par Dumont-d'Urville sur *l'Astrolabe*, et Laplace, d'abord sur *la Favorite*, et puis sur *l'Artémise*. C'est une collection complète des navires et pirogues construits par les habitants de l'Asie, de la Malaisie, du grand Océan et de l'Amérique.

M. **Seguier**, en présentant à l'Académie, au nom de MM. **Gastinne** et **Renette**, canonniers-arquebusiers, des canons de fusil façonnés d'après de nouveaux procédés, s'exprime ainsi :

« Le ruban qui compose ces canons, au lieu d'être formé d'une lame plate roulée en hélice et soudée bord à bord, résulte de la juxtaposition de deux prismes triangulaires superposés de façon que le sommet de l'un s'insère à la base de l'autre.

» De cette façon, les points de contact des soudures ainsi pratiquées dans des plans obliques à l'axe du canon se trouvent augmentés; l'inconvénient des travers, c'est-à-dire des défauts de soudure, est plus sûrement évité.

» Les épreuves auxquelles des canons forgés suivant cette méthode ont été soumis, est la preuve la plus certaine du succès obtenu.

» En voici les résultats :

» Un canon du poids total de 875 grammes, long de 72 centimètres, ayant, de diamètre intérieur, 17 millimètres; d'épaisseur à la culasse, 5 millimètres; à la bouche, $1^{\text{millim.}}$,50, a été soumis à cinq épreuves faites successivement en ajoutant, chaque fois, une nouvelle quantité de poudre et de plomb égale à la première, qui était de 11^{gr},13 pour la poudre, et de 62^{gr},50 pour le plomb; le canon n'a cédé que sous la charge de 44 grammes de poudre et de 250 grammes de plomb. Sa rupture s'est opérée sans projection d'aucune de ses parties.

» Un second canon, semblable quant à ses dimensions de tout point au précédent, essayé de prime abord à la charge sous laquelle celui-ci s'était ouvert, a eu le même sort.

» Un troisième canon, soumis à trois épreuves seulement, mais commencées par une charge de 39 grammes de poudre et de 218^{gr},75 de plomb, après avoir supporté, avec un simple gonflement de 2 millimètres seulement, une charge de 44^{gr},54 de poudre et de 250 grammes de plomb, a enfin cédé sous la charge énorme de 50 grammes de poudre et de 281^{gr},25 de plomb. Nous disons charge énorme, car celle habituellement employée par les chasseurs, pour des armes d'un semblable calibre, ne dépasse guère 3 à 4 grammes de poudre et 40 grammes de plomb.

» Un canon forgé par les mêmes procédés, suivant les dimensions de ceux destinés à l'armement de l'infanterie, a supporté diverses épreuves commencées avec 33 grammes de poudre et deux balles, et terminées avec 66^{gr},80 de poudre et deux balles, en n'éprouvant pour toute détérioration qu'un léger gonflement d'environ $\frac{8}{10}$ de millimètre au-dessus de son tonnerre.

» Témoin moi-même de ces diverses épreuves, répétées en présence de nombreux assistants, parmi lesquels je me plais à citer un nom cher à l'Académie, celui de M. Savart, officier supérieur du génie, je les ai crues assez intéressantes pour fixer un moment l'attention de l'Académie. »

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. **Blondlot**, d'un ouvrage intitulé : *Recherches sur les phénomènes de la digestion, et spécialement sur la composition du suc gastrique.*

Pour se procurer le suc gastrique en abondance et dans un grand état de pureté, l'auteur a imaginé d'établir en permanence sur un chien, une ouverture artificielle qui permît de pénétrer directement dans l'estomac, et d'en retirer à volonté, soit du suc gastrique, soit des matières alimentaires aux différentes périodes de la digestion. Ses tentatives ont eu un plein succès, et l'animal sur lequel il a fait ses premiers essais, il y a plus de deux ans, vit en-

core. Bien que de petite taille, il peut fournir, dans une seule séance, plus de 100 grammes de suc gastrique très-pur.

Il a trouvé le suc gastrique constamment acide. Cette acidité n'est due ni à l'acide lactique ni à l'acide chlorhydrique, mais à du phosphate acide de chaux. Le principe essentiellement actif du suc gastrique est une matière organisée particulière, qui fonctionne à la manière des ferments: ses principaux caractères sont de n'agir qu'en présence d'un acide, et que sous l'influence d'une température comprise entre 10 et 40 degrés; à quelques degrés au-dessus de cette limite supérieure, il perd toute son action. Après avoir examiné le suc gastrique sous le point de vue de sa composition chimique, M. Blondlot a étudié l'action qu'il exerce sur les aliments simples et composés, soit dans l'estomac, soit hors de cet estomac, et sous l'influence d'une température artificielle.

Les matières nutritives sont divisées en deux sections : les unes, telles que la gomme, la pectine, etc., se dissolvent dans l'estomac et sont absorbées par les veines; les autres, telles que l'albumine concrète, la fibrine et la matière des divers tissus blancs, sont ramollies, réduites en parties extrêmement ténues pour être absorbées par les chylifères. Les matières grasses ne subissent qu'une émulsion qui les rend propres au passage dans les chylifères.

M. Rossignon envoie une Note intitulée : *Sur le cuivre contenu dans les tissus organisés d'un grand nombre de végétaux et d'animaux, pour servir à confirmer l'existence du cuivre dans le corps humain à l'état normal.*

Cette Note est renvoyée à la Commission nommée pour examiner le Mémoire de MM. Flandin et Danger.

M. Margoton envoie une Note additionnelle à son travail sur la *conservation des bois de construction.*

Cette Note est renvoyée à la Commission nommée pour examiner ce travail.

M. Ferrand envoie à l'Académie la description d'un *nouveau four économique* pour la cuisson du biscuit de mer.

Cette Lettre est renvoyée à la Commission du concours fondé par M. de Montyon pour l'assainissement des Arts insalubres.

M. Négrier écrit à l'Académie pour réclamer la priorité des principales idées énoncées par M. *Raciborsky* dans son Mémoire intitulé : *Études physiologiques sur la menstruation.*

« Les conclusions de M. Raciborsky, dit M. Négrier, sont identiques avec les miennes et ne font que reproduire les résultats des recherches longues et pénibles qui m'ont conduit le premier à la démonstration des causes de la menstruation et de sa périodicité. »

Cette Lettre est renvoyée à la Commission nommée pour examiner le Mémoire de M. Raciborsky.

M. **Colombat** écrit à l'Académie à propos d'une Lettre de M. le Dr *Rodier*, lue dans la dernière séance.

M. Colombat fait observer que M. Rodier était affecté d'un bégayement très-léger, et que d'ailleurs sa guérison datant seulement de quelques jours, il serait difficile de la regarder encore comme définitive. Il ajoute que sur environ huit cents personnes traitées par lui depuis quinze ans, le très-petit nombre de celles qui, par manque d'attention, ont éprouvé des rechutes se sont trouvées radicalement guéries après un second traitement.

M. **Brachet** envoie un Mémoire sur un procédé pour éviter le déraillement des chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. **Ducros** écrit qu'ayant répété à Tréport des expériences faites précédemment à Paris concernant l'*action des acides sur les animaux*, il a constaté que la mort des animaux est beaucoup plus prompte sur les bords de la mer qu'à Paris.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. **Grassi**, l'autre par M. **G. Wertheim**.

La séance est levée à cinq heures et un quart. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1843; n° 10; in-4°.

Essai sur la Construction navale des peuples extra-européens, ou Collection des navires et pirogues construits par les habitants de l'Asie, de la Malaisie, du grand Océan et de l'Amérique, dessinés et mesurés par M. PARIS, capitaine de corvette, pendant les voyages autour du monde de *l'Astrolabe, la Favorite* et *l'Artémise;* publié par les ordres du Roi, sous les auspices de M. le Ministre de la Marine; 1 vol. de texte in-fol., et 132 planches in-fol.

Systema Materiæ medicæ vegetabilis brasiliensis, composuit C.-F.-P. DE MARTIUS. Leipsick, 1843; in-8°.

Précis élémentaire de Géologie; par M. D'OMALIUS D'HALLOY; 1 vol. in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; livr. 70 et 71; in-4°.

Traité analytique de la Digestion, considérée particulièrement dans l'homme et dans les animaux vertébrés; par M. BLONDLOT. (Concours Montyon, Physiologie expérimentale.) Nancy, 1483; in-8°.

Mémoire sur les Plantes sarclées à racines élémentaires, et détermination des meilleures variétés à cultiver dans chaque espèce de sol; par MM. GIRARDIN et DUBREUIL. Rouen, 1843; in-8°.

Rapport sur les Insectes nuisibles à la vigne; par M. DUGONET. Châlons, 1843; in-8°.

Recherches statistiques sur l'Aliénation mentale dans le département de la Marne; par le même; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; août 1843; in-8°.

Journal des Usines; par M. VIOLLET; août 1843; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; septembre 1843; in-8°.

Revue zoologique; 1843, n° 8; in-8°.

La Clinique vétérinaire; septembre 1843; in-8°.

Le Technologiste; septembre 1843; in-8°.

Journal de Médecine; septembre 1843; in-8°.

Journal des Découvertes et des Travaux pratiques importants en Médecine, Chirurgie, Pharmacie, etc.; tome Ier; août 1843; in-8°.

Revue des Fossiles du gouvernement de Moscou; par M. FISCHER DE WALDHEIM, n° 11; fossiles du terrain oolithique. (Extrait du *Bulletin de la So-*

ciété impériale des naturalistes de Moscou; tome XVI, 1841.) Broch. in-8°.

Lettre sur le Rhopalodon, genre de Saurien fossile du versant occidental de l'Oural; par le même; in-8°.

Table des Positions géographiques principales de la Russie; par M. W. STRUVE. Saint-Pétersbourg, 1843; in-4°.

Notice sur l'Instrument des passages de Repsold; par le même; in-4°.

Catalogue des 514 *Étoiles doubles et multiples, découvertes sur l'hémisphère céleste boréal par la grande lunette de l'Observatoire central de Poulkova, et Catalogue de* 256 *Étoiles doubles principales, etc.; par* le même; in-fol.

Mémoire sur l'évaluation numérique de la constante de la précession des Équinoxes, eu égard au mouvement propre du centre de gravité du système solaire dans l'espace; par M. OTTO STRUVE. (Rapport de M. l'académicien STRUVE.) Broch. in-8°.

Rapport de M. l'académicien STRUVE *sur le Mémoire de* M. PETERS, *Numerus constans nutationis ex ascensionibus rectis Stellæ, etc.;* in-4°.

Numerus constans nutationis ex ascensionibus rectis Stellæ polaris in specula dorpatensi, annis 1822 *ad* 1838 *observatis deductus. Adjecta est disquisitio theoretica de formula nutationis; auctore* C.-A.-F. PETERS. Saint-Pétersbourg, 1842; in-4°.

Specimen academicum de numeris nutationis et aberrationis constantibus atque de parallaxi annua Stellæ polaris dorpati annis 1822-1838, *observatis quod venia amplissimæ facultatis philosophicæ ad imperialem Alexandrem in Fennia Universitatem* P. P. GUSTAVUS LUNDAHL, *respondente* J.-H. EKLOF. Saint-Pétersbourg; in-4°.

Additamentum in F. G. W. STRUVE, *Mensuras micrometricas Stellarum duplicium editas anno* 1827, *exhibens mensuras Dorpati annis* 1837 *et* 1838 *institutas.* Saint-Pétersbourg, 1840; in-4°.

Bestimmung... *Détermination de la constante de Précession, eu égard au mouvement propre du système solaire; par* M. OTTO STRUVE. Saint-Pétersbourg, 1842; in-8°. (Extr. des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.*)

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACKER, n° 487.

Gazette médicale de Paris; t. IX, n° 36.

Gazette des Hôpitaux; t. V, n°s 105 à 107.

L'Écho du Monde savant; 10e année, n°s 18-20, in-4°.

L'Expérience; n° 323; in-8°.

[illegible] des [illegible] de Moscou ; tome XVI. 1843.) Breslau, in-8°.

Lettre sur le déplacement du système solaire [illegible] ; par le même ; in-8°.

Opérations géodésiques [illegible] de la Russie ; par M. W. Struve. Saint-Pétersbourg, 1843, in-4°.

Notice sur l'instrument des passages de Repsold ; par le même ; in-4°.

Catalogue de 514 étoiles doubles et multiples, découvertes sur l'hémisphère céleste boréal par la grande lunette de l'Observatoire central de Poulkova, et Catalogue de 256 étoiles doubles principales, etc. ; par le même ; in-folio.

Recherches sur l'évaluation numérique de la constante de la précession des équinoxes, [illegible] du mouvement propre du [illegible] ; par M. Otto Struve. (Rapport de M. l'académicien Struve.) [illegible], in-8°.

Rapport de M. l'académicien Struve sur le Mémoire de M. Peters, Numerus constans nutationis ex ascensionibus rectis Stellae, etc. ; in-4°.

Numerus constans nutationis ex ascensionibus rectis Stellae polaris in specula Dorpatensi annis 1822 ad 1838 observatis deductus, adjecta est disquisitio [illegible] de formula nutationis ; auctore C.-A.-F. Peters. Saint-Pétersbourg, 1842 ; in-4°.

Specimen academicum de [illegible] et observationum astronomicarum [illegible] Stellae [illegible] annis 1822-1838, [illegible] quod venia amplissimae facultatis philosophicae [illegible] Alexandrae, [illegible] auctor D. P. Gustavus Lindhagen, respondente J.-F. [illegible]. Saint-Pétersbourg ; in-4°.

Additamentum in F.-G.-W. Struve, Mensuras micrometricas Stellarum duplicium editas anno 1837, exhibens mensuras Dorpati annis 1839 et 1838 institutas. Saint-Pétersbourg, 1840 ; in-4°.

Bestimmung .... Détermination de la constante de la précession, en égard au mouvement propre du système solaire ; par M. Otto Struve. Saint-Pétersbourg, 1842 ; in-8°. (Extr. des Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.)

Astronomische .... Nouvelles astronomiques de M. Schumacher ; n° 487.

Gazette médicale de Paris ; t. IX, n° 36.

Gazette des Hôpitaux ; t. V, nos 105 à 107.

L'Écho du Monde savant ; 10e année, nos 18-[illegible] ; in-8°.